

## 1.1.采用之研究方法与原因

本计划在 LCD、导光板、LD 光场设计及检测方面，分三期完成，其工作项目如下：第一期：完成一 LCD、导光板、LD 光场均匀度之视觉检测系统，其具体之预期成果为：

- I 设计检测光场之硬件装置(初始构想架构如图)
- I 撰写导光板光场均匀性检测程序(窗口化显示量测项目及结果)
- I 平面亮度分布图(包括 R、G、B 个别颜色分布图)
- I LD 输出功率量测
- I LCD、导光板、LD 光场分布的均匀度评估
- I 光场稳定性分析
- I LD 均匀性检测专利送审

第二期：完成 LCD、导光板、LD 光场视觉检测系统之修正工作。其具体之预期效果为：

- I 修改程序降低在线检测之误差(误差在 5%以内)
- I 导光板光场视觉检测系统硬件架构修改完成。
- I 导光板导光板图案之设计专利送审。
- I 雷射二极管加上特殊镜片之各种光场之检测装置。

第三期：其具体之预期效果为：完成 LCD 整体光场检测之视觉装置，其具体之预期效果为：

- I LCD 整体光场检测平面亮度分布图(包括 R、G、B 个别颜色分布图)。
- I 导光板图案之设计分析系统误差修正。
- I LCD 整体光场检测专利送审。
- I 完成雷射二极管封装之各种问题解决方案之可视化专家系统。

其采用之研究方法与原因如下：

[第一年](#) [第二年](#) [第三年](#)

u 第一年

(A) (A) 正确有效量测出影像亮度分布方法：

本创作是对数字影像来做处理，首先简述一下数字影像的表示法。对一单色影像(monochrome image)而言，其模拟影像讯号经数字化之后即成为数字影像，表示方法为一个二维的亮度函数  $f(x,y)$ ，其中  $x,y$  表示影像空间上的坐标，亮度  $f$

在任一点坐标(x,y)上的值代表影像之明亮度(brightness)。数字影像为一个影像  $f(x,y)$  在空间坐标与亮度上均予以数字化。我们可以将一张数字化之影像当成一个矩阵，行与列的指定可决定影像中某一点的位置，而矩阵中相对应此位置的值即代表此点之明亮度。在此数位矩阵中之元素称为像素(pixels)，其明亮度依量化值而定出不同之灰阶(gray level)。一般而言，灰阶为 2 的幂次方，如 28 即表示有 256 个灰阶。在 LCD 背光板影像处理分析技术中，常常需要了解影像的亮度特性在哪里。而灰阶亮度统计图，即为描述影像有效工具之一。在统计图中横坐标为 0~255 的灰阶亮度值，纵坐标为影像中为各个灰阶值所含的像素数量。我们可由图中判断出影像亮度分佈的讯息，在一般的以发光二极管 LED 为光源之背光板影像中，灰阶亮度通常偏暗，以真空辉光管 VFD (Vacuum Florescent Display) 为光源之背光板影像，灰阶亮度则偏亮，易于饱和，导致量测结果失真。为了正确有效量测出 LCD、背光板与 LD 影像亮度分布，因此对影像取光场亮度偏压调整，例如在本计划中，亮度偏压调整采取四个段位，可将亮度值分化成  $4 \times 256$  个灰阶 = 1024 个等分。再配合不同的取像镜头，使其可将亮度值分化成  $64 \times 256$  个灰阶等分。

#### (B). LCD 光场检测分析

在初步规划中，LCD 光场检测，我们大略的分为两部份着手，一为着重于窗口画面设计之构想，其包含光场强度量测、3D 亮度分布图及 R、G、B 单色光场分布图，另一个为光场均匀度之自动评估方法，以下将一一简介。

背光板的光场强度量测是利用 photometer 求得的，但也可以利用影像处理的方式求得，亦即利用 CCD 所取出的光场的影像亮度值，将其值加总后再除上 photometer 所量到的光场总功率，即可得知每单位亮度值为多少流明，因此利用此值可以直接由 CCD 量测到光场的强度。

背光板之光场经由 CCD 接收后，将影像转换为数字的型式，以点素的方式显示于计算机屏幕上，而它的亮度也以灰阶值表示，亦即以 RGB 的平均来代表此点的亮度值，所以可以借着读取灰度值的大小，以得知原本光束亮度的大小值。因此，我们利用扫描在屏幕上影像的各个点素，并记录该点在屏幕上的坐

标及灰阶值。最后将灰阶值对二个坐标点显示于如下的 3D 画面（图 2），此 3D 坐标可旋转观测角度及改变坐标的样式。

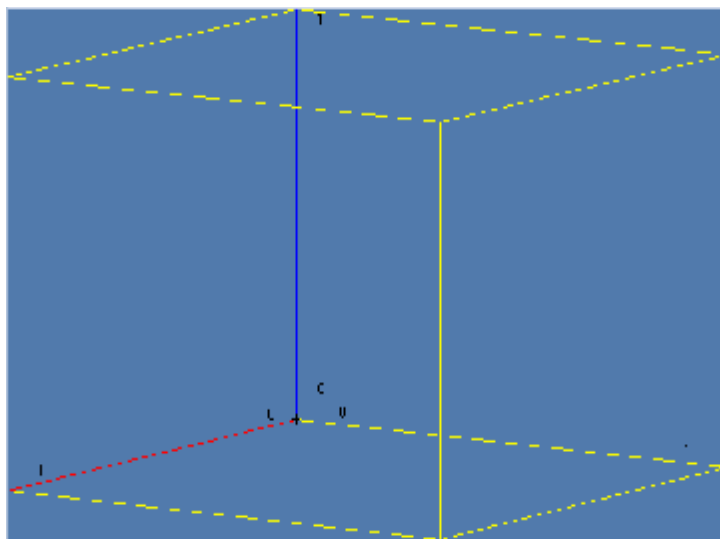


图 2 灰阶值 3D 画面

R、G、B 单色光场分布图的用意在于了解 LCD 背光板单色光场的分布情况，以评估光场分布的优劣性，其显示的预设画面如下所示（图 3）。

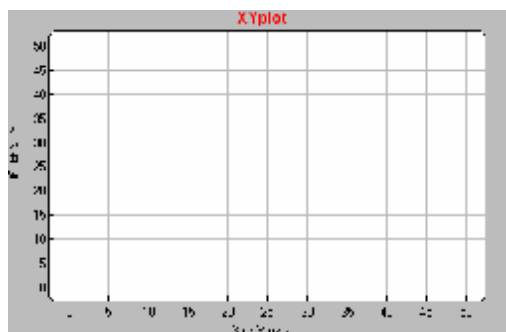


图 3 R、G、B 单色光场分布图

在背光板光场均匀度之自动评估量测方面，光电组件之均匀度之自动评估量测，可由光电组件特性参数来着手，光电组件特性参数由表面粗糙度之观念推演而来，其相关之创新定义如下：

1. 中心线平均光电组件光场亮度变化量 (average intensity variation)

若从底片光电组件光场之亮度曲线上，截取一段测量长度，并以该长度内之中心线为  $x$  轴，取中心线之垂直线为  $y$  轴，则曲线可用  $y=f(x)$  表之。以中心线为基准将下方曲线反折。然后计算中心线上方经反折后之全部曲线所涵盖面积，再以测量长度除之，即为该光电组件光场面测量长度范围内之中心线平均光电组件光场亮度变化量。

由于影像之灰度值与光电组件光场亮度有关，故可将中心线平均光电组件光场亮度变化量改以影像之灰度值表示之，其数学定义为：

$$AIV = K \frac{1}{N} \sum_m \sum_n |f(x, y) - t|$$

$$\text{在此, } t = \frac{1}{N} \sum_m \sum_n f(x, y),$$

$f$ : 为输入之影像

$N$ : 为所有像素之数目

$f(x, y)$ : 为像素  $(x, y)$  的灰度值

$K$ : 为比例常数

## 2. 十点平均光电组件光场亮度变化量 (ten point average intensity variation)

由曲线上截取基准长度做为测量长度，求出光电组件光场亮度变化量第三高波峰与第三深波谷，分别画出二条并行线，两并行线间距即为十点平均光电组件光场亮度变化量，由于影像之灰度值与光电组件光场亮度有关，故可将十点平均光电组件光场亮度变化量改以影像之灰度值表示之，其数学定义为：

$$TPAIV = K \left[ \frac{G(A) + G(B) + G(C) + G(D) + G(E)}{5} - \frac{G(A') + G(B') + G(C') + G(D') + G(E')}{5} \right]$$

其中， $G(A); G(B); G(C); G(D); G(E)$  为光电组件光场亮度变化第一至第五高之值，而  $G(A'); G(B'); G(C'); G(D'); G(E')$  光电组件光场亮度变化量第一至第五低之值。

### 3. 最大光电组件光场亮度变化量 (maximum intensity variation)

由底片光电组件光场表面曲线上截取基准长度做为测量长度，自该长度内曲线之最高点与最低点，分别画出与曲线平均线平行之线时，该二线之间距即为最大光电组件光场亮度变化量，也就是测量长度内沿垂直方向量取最高点与最低点之距离。由于影像之灰度值与光电组件光场亮度有关，故可将最大平均光电组件光场亮度变化量改以影像之灰度值表示之，其数学定义为：

$$MIV = K [G_{max} - G_{min}]$$

在此， $G_{max}$  为光电组件光场亮度变化最高之值。

$G_{min}$  为光电组件光场亮度变化最低之值。

### 4. 平方根光电组件光场亮度变化量 (root mean square intensity variation)

求取平方根光电组件光场亮度变化量，首先于表面曲线上截取一段基准长度，作为测量长度，再取得一条将曲线所围面积分为两相等面积之中心线，以此中心线为 X 坐标，则 Y 坐标为曲线各对应点之高度  $Y = f(x)$ ，平方加总后再求取其平方根光电组件光场亮度变化量。由于影像之灰度值与光电组件光场亮度有关，故可将平方根光电组件光场亮度变化量改以影像之灰度值表示之，其数学定义为：

$$RMSIV = K \sqrt{\frac{1}{N} \sum_m \sum_n |f(x, y) - t|^2}$$

以上光电组件之均匀度之特性参数之创新定义，经实地应用后，对均匀度评估确实有效，目前正扩大其应用范围中。而在实地访谈本地的工厂当中，发现在 LCD 背光板均匀度检测工作上，仍是利用人工式的检验方法。这类利用人工来从事检测的工作，在高精密产业制程中实在有其改进之必要。为了达到自动化检验的目的，发展一套检测 LCD 背光板均匀度的自动评估装置来改善目前人工式的检验工作是本计划最主要的动机。

(C).以该次强原色呈现之灰度图形作雷射二极管质量分析

利用影像处理方法检查雷射二极管质量的装置，系以该次强原色呈现之灰度图形作分析；

例如波长为 670 或 620nm 之红光雷射二极管，其光束影像三原色 RGB 中，红色之灰度值最高，绿色之灰度值次之，即以绿色呈现之灰度图形作分析；

而波长为 530nm 之绿光雷射二极管，其光束影像三原色 RGB 中，绿色之灰度值最高，蓝色之灰度值次之，即以蓝色呈现之灰度图形作分析。

(D) 编修本项计划之执行成果之 WWW 信息网（目前预定置于网址 <http://www.auto.fcu.edu.tw/~cslin>），其项目概略如下：

- 2 经费来源
- 2 中文摘要
- 2 目标
- 2 成果
- 2 预期达到的目标
- 2 特色
- 2 文章发表
- 2 回响
- 2 专利
- 2 参展

相关网站及文章、资料介绍

u 第二年

(A) 雷射二极管质量外型分析方法：

在初步规划中，检查雷射二极管质量的装置，其外型分析程序如下：

a.由上到下，逐一扫瞄全图之每一水平线

b.比较全图各亮点，找出最亮之亮点，亮点之强度由 1 到 16777216 若以次强原色光处理则亮点之强度由 1 到 256

c.对于每一水平扫瞄在线

纪录亮点与暗点之交界处

每一水平扫瞄在线若大于两处，判为瑕疵品

d 比较各水平扫瞄线之间最左侧亮暗交界点位置应先递减再递增

作与原计划间之关联性，并叙明揭示本发明或创作之研究成果报告之页码 )  
且由递减再递增之转折在全图中应只有一处。且转折处应接近图形之中心处  
若不合以上条件则判为瑕疵品

e.比较各水平扫瞄线之间最右侧亮暗交界点位置应先递增再递减

且由递增再递减之转折在全图中应只有一处，且转折处应接近图形之中心处  
若不合以上条件则判为瑕疵品

- f.比较其各水平扫描线之间亮点总数应先递增再递减  
且由递增再递减之转折在全图中应只有一处，且转折处应接近图形之中心处  
若不合以上条件则判为瑕疵品
- g.判断长短轴比是否合于要求
- h.比较其各垂直扫描线之间亮点总数应先递增再递减  
且由递增再递减之转折在全图中应只有一处，且转折处应接近图形之中心处  
若不合以上条件则判为瑕疵品
- i.比较其各水平扫描线之间最上端之亮暗交界点位置应先递增再递减  
且由递增再递减之转折在全图中应只有一处，且转折处应接近图形之中心处  
若不合以上条件则判为瑕疵品
- j.比较其各水平扫描线之间最下端之亮暗交界点位置应先递减再递增  
且由递减再递增之转折在全图中应只有一处，且转折处应接近图形之中心处  
若不合以上条件则判为瑕疵品

(B). 雷射二极管质量亮度分布分析方法.:

在初步规划中，亮度分布分析程序如下:

- a.决定一阈值级距，以 0 到最高之阈值以级距渐增逐次扫描全图，得到数个不同阈值之高通图形
- b.对于每个高通图形由上到下，逐一扫描全图之每一水平线
- c.一水平扫描在线亮点与暗点之交界若超过两处，则判为瑕疵品
- d.其各水平扫描线之间最左侧亮暗交界点位置应先递减再递增  
且由递减再递增之转折在全图中应只有一处，且转折处应接近图形之中心处，  
若不合以上条件表示则判为瑕疵品
- e.比较其各水平扫描线之间最右侧亮暗交界点位置应先递增再递减  
且由递增再递减之转折在全图中应只有一处，且转折处应接近图形之中心处  
若不合以上条件则判为瑕疵品
- f.比较其每一水平扫描在线亮点亮度应先递增再递减  
且由递增再递减之转折在全线中应只有一处，且转折处应接近全线之中心处  
若不合以上条件则判为瑕疵品
- g.计算全图所有亮点之数目,亮度之平方和，亮度之平均值，  
亮度之标准差，亮度平方之平均值，以各数值比对要求质量
- h.比较其各水平扫描线之间亮点总数应先递增再递减  
且由递增再递减之转折在全图中应只有一处，且转折处应接近图形之中心处  
若不合以上条件则判为瑕疵品
- i.判断长短轴比是否合于要求
- j.由左到右，逐一扫描各高通图形之每一垂直线  
比较其各垂直扫描线之间亮点总数应先递增再递减，且由递增再递减之转折

在全图中应只有一处，且转折处应接近图形之中心处。若不合以上条件则判为瑕疵品

k. 比较其各水平扫描线之间最上端之亮暗交界点位置应先递增再递减

且由递增再递减之转折在全图中应只有一处，且转折处应接近图形之中心处  
若不合以上条件则判为瑕疵品

l. 比较其各水平扫描线之间最下端之亮暗交界点位置应先递减再递增

且由递减再递增之转折在全图中应只有一处，且转折处应接近图形之中心处。  
若不合以上条件则判为瑕疵品。其中，以一非平均式扫描程序扫描。

### (C). 取像设备与架构：

LCD 导光板光场均匀度之视觉检测系统之取像设备与架构（图 4）初步规划如下：一 CCD 影像检测器光学组合及安装附件；CCD 影像检测器其系平面式影像固态照相机，抓取 LCD 背光板光场之影像后并利用影像处理卡与个人计算机所构成的微处理机予以分析。CCD 影像检测器置于旋转架上。CCD 影像检测器不具自动亮度调节(AUTO GAIN)功能，以免造成量测结果产生误差。

旋转架为金属遮幕，其上有滑轨供 CCD 影像检测器旋转移动，其旋转角度范围大但只提供少量之定位点，而其下方亦放置一旋转平台，其旋转角度范围小但分辨率与精密度高，旋转平台可放置 LCD 背光板，旋转架与旋转平台两者配合，可得到较大角度且精密之量测结果。

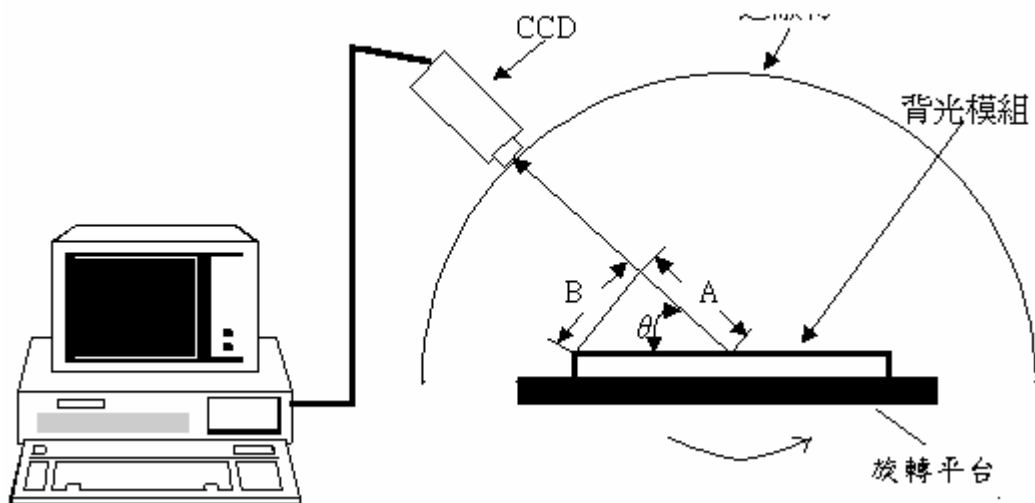


图 4 LCD 导光板光场均匀度之视觉检测系统之取像设备与架构

雷射二极管光场均匀度之视觉检测系统之取像设备与架构初步规划主要包括(图 5):



- 一输送带，运输雷射二极管逐一经过工作位置；
- 一固定装置、输送带上之雷射二极管到达定位后用以固定雷射二极管并可对雷射二极管供电；
- 一投影幕、系接受激光束投射于其上形成影像；
- 一摄影装置、可撷取投影幕上雷射影像
- 一第一适配卡及接线、系可将所撷取之原始影像转换成数字化影像数据；
- 一影像数据运算处理器、系可将所撷取之原始影像转换成数字化影像数据；包含一外型分析软件、一亮度分布分析软件，及累计统计之数据库软件。
- 一显示器，搭配影像数据运算处理器可显示分析结果及放大显示撷取到之影像供人工比对。
- 一遮光罩、将固定装置、投影幕及摄影装置四周罩住，使雷射二极管发出之光束不受其它光线干扰，并避免激光束意外射出
- 一第二适配卡及接线，组成一输出电路以通知生产线剔除不符质量要求之雷射二极管；
- 一感知电路，感测雷射二极管是否已达工作位置。

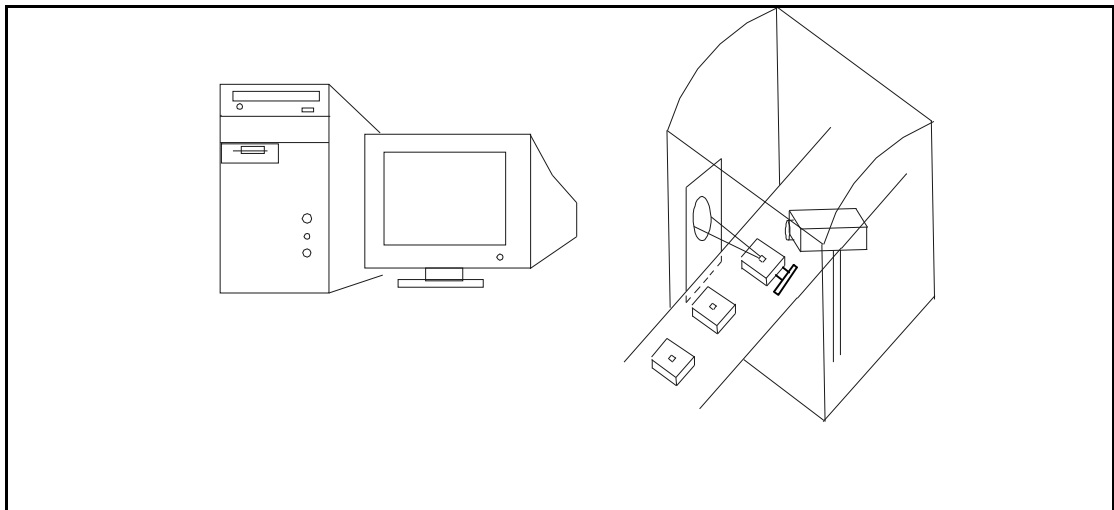


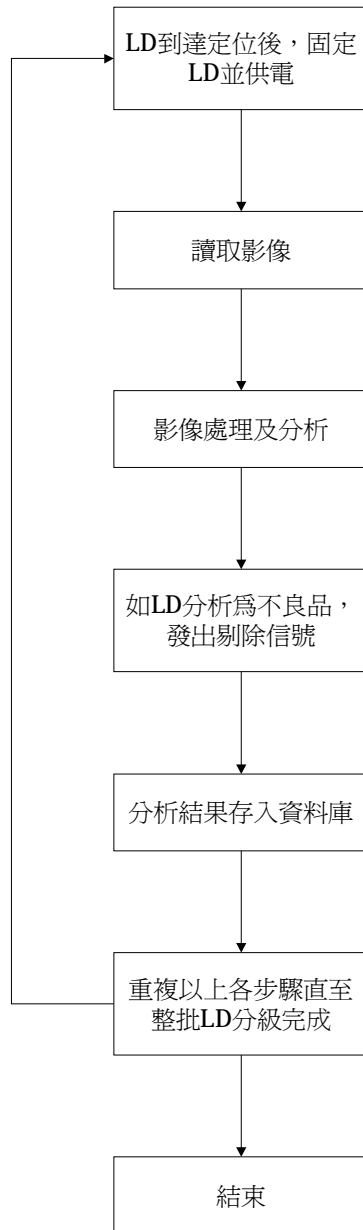
图 5 雷射二极管光场均匀度之视觉检测系统之取像设备与架构

#### (D) 系统流程图

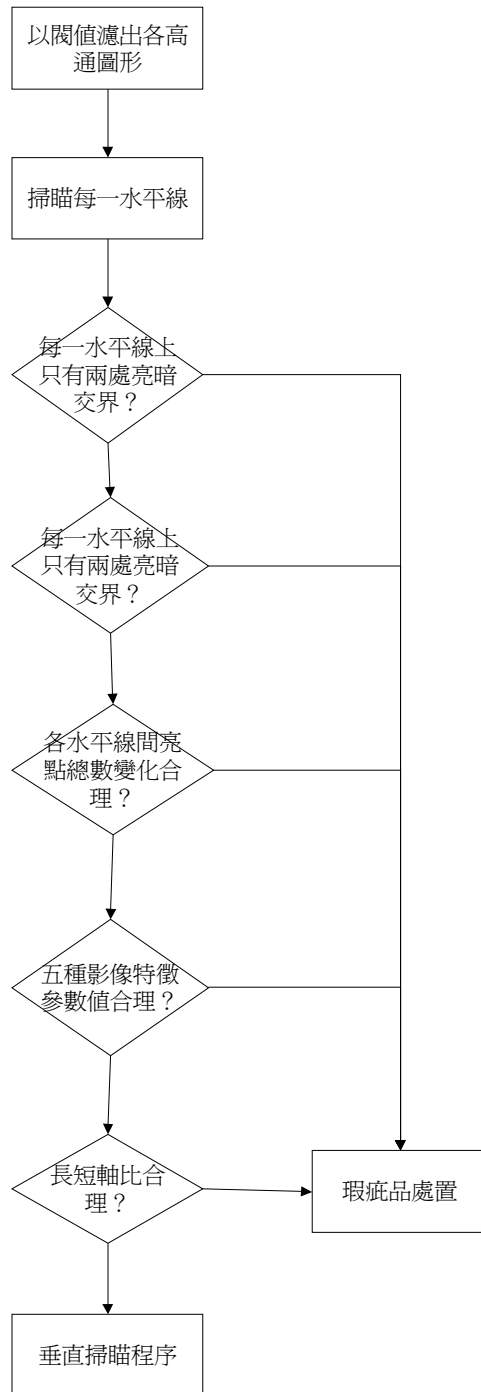
第 6 图系雷射二极管光场之视觉检测之系统流程图

第 7 图系雷射二极管光场之视觉检测之外型分析水平扫描部分流程图

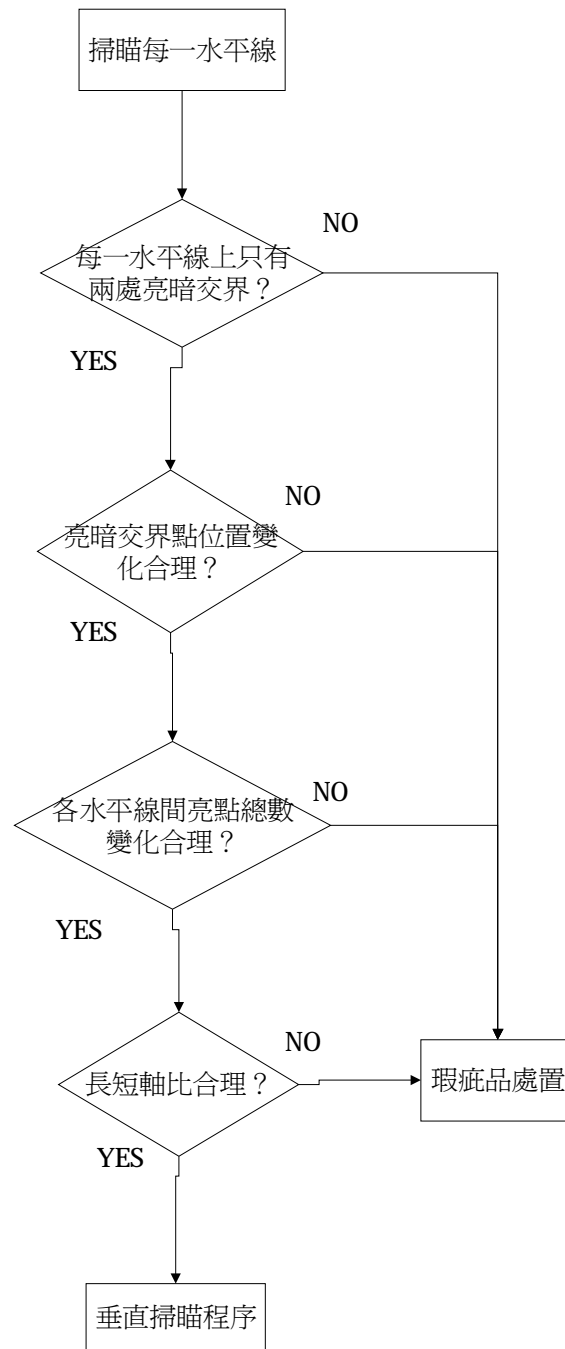
第 8 图系雷射二极管光场之视觉检测之亮度分布分析水平扫描部分流程图



第 6 图 雷射二极管光场之视觉检测之系统流程图



第 7 图 雷射二极管光场之视觉检测之外型分析水平扫描部分流程图



第 8 图 雷射二极管光场之视觉检测之亮度分布分析水平扫描部分流程图

(E) 编修本项计划之执行成果之 WWW 信息网 (目前预定置于网址 <http://www.auto.fcu.edu.tw/~cslin>)

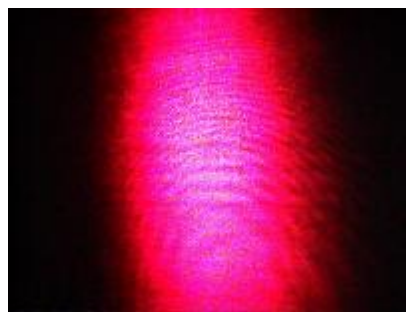
u 第三年:

(A) 完成利用影像处理方法检查雷射二极管(LD)质量的专家系统。一良好雷射二极管所发出的雷射光系一椭圆光束, 投射在投影幕上形成一椭圆图形。本系统将雷射二极管之椭圆图形以摄影装置撷取成数字影像后送入影像数据运算处理器进行数字影像处理分析, 以筛选出瑕疵品, 并对可供加工利用之优良品加以分

级，同时提供瑕疵品原因咨询。影像数据运算处理器使用其中内含之外型分析及亮度分布分析软件加以分析并分级，以非平均式扫描程序增进处理速度，并有累积统计功能供整批雷射二极管之质量管理与后续追踪分析。并可打印各项数据，搭配生产线，成为一自动化工业设备。

### (B) 检测雷射二极管(LD)质量的视觉系统提升

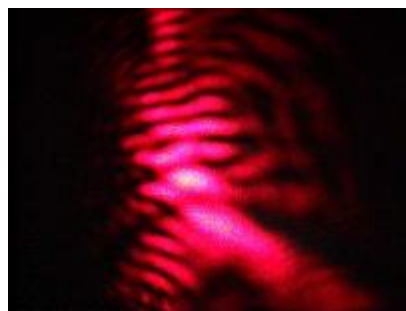
图 10 为雷射二极管发光后之光场分布与缺陷情况之实际影像，第 11 图为本实验室所开发之雷射二极管影像检测系统之实际操作状况，系统可自动检测出影像之外形状况、条纹分布、及光场亮度检测等功能，并归纳出检测结果，但目前误差率为 5%，处理一张图像之时间需 0.7 秒，未来在第三年可望将误差率降为 1% 以下，处理一张图像之时间需提高为 0.1 秒，以适合应用于生产在线大量且快速的及时检测。



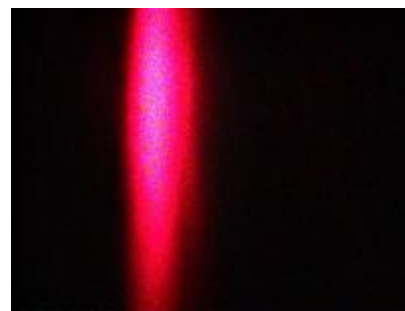
(a) 条纹



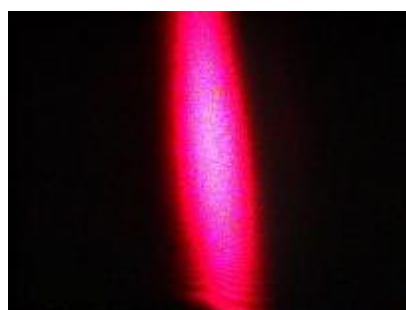
(b) 断裂



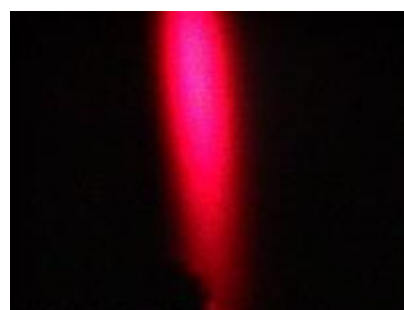
(c) 麻花



(d) 右半部发散

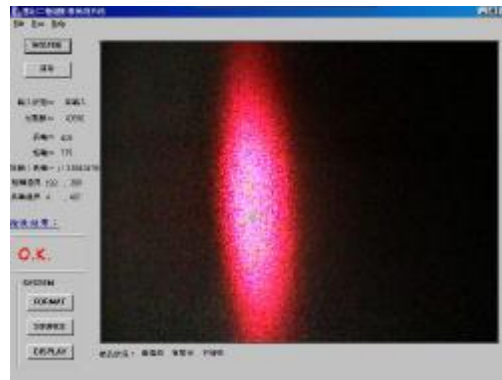


(e) 下有条纹

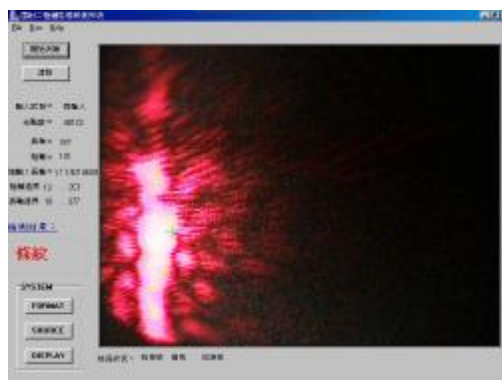


(f) 下有缺角

图 10 雷射二极管发光后之光场分布与缺陷情况之实际影像



(a) 检测结果为『O.K.』之画面



(b) 检测结果为『条纹』之画面



(c) 检测结果为『麻花』之画面

第 11 图 雷射二极管影像检测系统之实际操作状况

(C) LCD 整体量测接口之设计

为了解量测某几个点的灰度资料，是否能够达到所要求的规格，其灰度的数据显视于右方的表格，其中行列表示点的位置如下所示，红点表示检测点，可利用手动调整的功能，调整点之间的水平及垂直距离，以及移动检测点的位置。在初步规划中，检查 LCD 整体的装置，其分析接口如图 12：

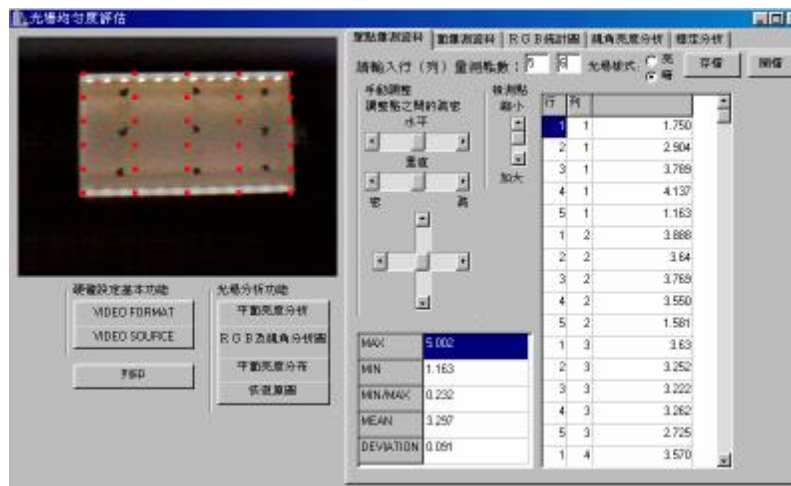


图 12 检查 LCD 整体的装置分析接口

其功用为了解前述外围点包围内部形成面范围的灰度特性，包括有 MAX、MIN、MIN/MAX、DEVIATION 及均匀性判别，当 MAX 与 MIN 的值很接近时，则背光源的光场分布较佳，并且当 DEVIATION 的值越小时表示光场越好，在初步规划中如下所示(图 13)



图 13 前述外围点包围内部形成面范围的灰度特性图

其功用为分析背光板光场亮度分布情况，当背光板光场分布不均匀时，在初步规划中，表示亮度的分布可能区分为一群以上，利用此性质有助于光场分析上的一个依据(图 14)。

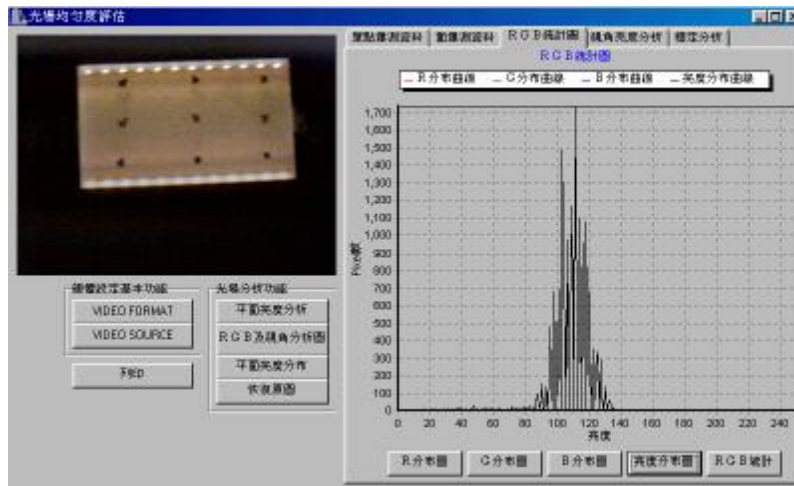


图 14 亮度的分布群分析

在初步规划中，视角亮度分析（图 15）其功用为检测背光板在不同视角的亮度值，利用此功能可以观察出，背光板的视角变化是否满足所设计的特性。

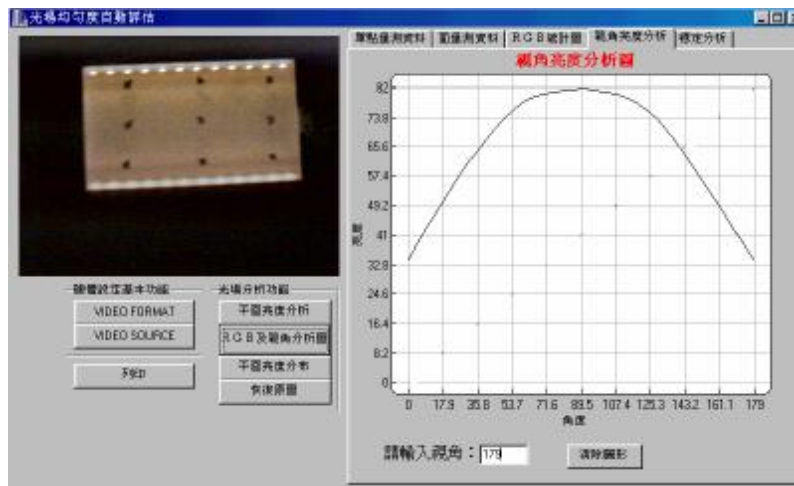


图 15 视角亮度分析

在初步规划中，稳定分析（图 16）其功用在于时间变化下，所检测的范围内亮度值是否稳定，利用此功能可以在长时间下，记录亮度的变化情况。



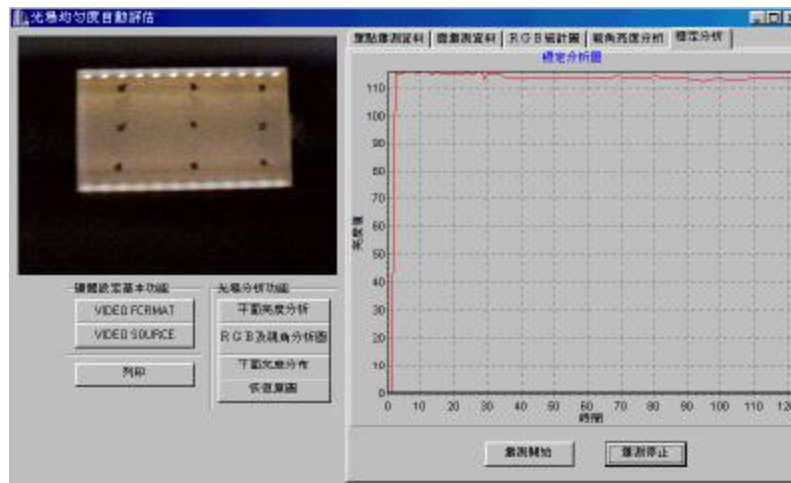


图 16 稳定分析

在初步规划中，平面亮度分布假色运算（图 17）其功用在了了解所选择的范围内，利用假色运算的方法估测灰度质的范围，利用此功能可以概略了解，平面亮度的差异情况。

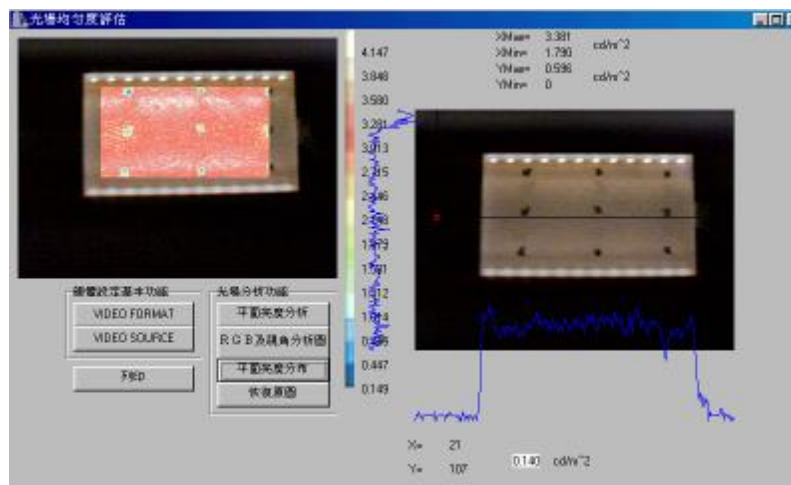


图 17 平面亮度分布假色运算

在初步规划中，平面亮度分析其检测方式（图 18）是利用移动鼠标选择检测的位置，并画出 XY 轴的曲线方式，观察光场平面灰度曲线变化的情况，利用此方式可以比较出，背光板不同横轴或纵轴的亮度起伏变化。

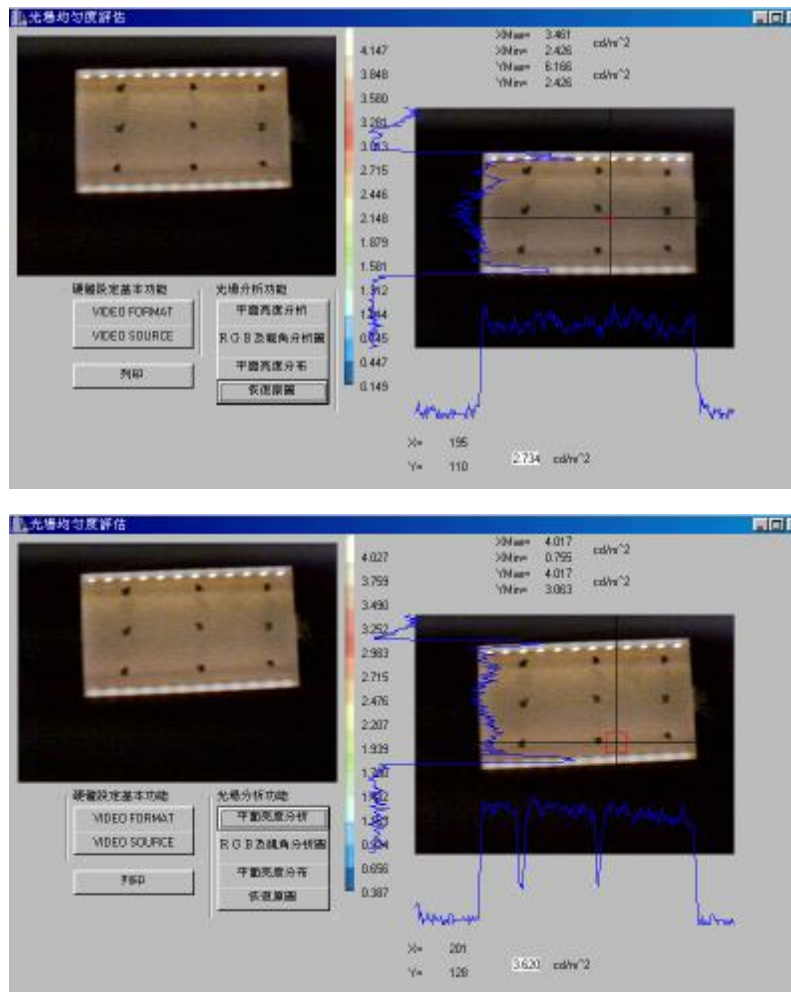


图 18 平面亮度分析其检测方式

#### (D) 灰度检测点取法

首先找出背光板的中心位置，由于背光板的光场有可能为非均匀的情况，因此可以利用较为对称或较为均匀的部份来判段背光板的中心位置，亦即比较背光板影像横轴的点素(Pixel)，取出最长的部份为背光板横轴的长度，并找出此轴的中心位置，以相同的方式对纵轴取出中心位置，此两个中心位置分别代表背光板 X 轴的中心坐标以及 Y 轴的中心坐标，找出背光板的中心位置后，为使检测点能够往中心点内缩或扩大，因此必须分为两种情况，一种情况是检测点为奇数时，另一种情况是检测点为偶数时，当检测点为奇数时，可在中间找到一点检测点为对称点，因此以此点为中心点(背光板的中心)，将点与点之间的距离往内缩短或扩大，当检测点为偶数时，由于无法在中间找到检测点为对称点，因此可利用将点与点中间再加入一非检测点，使偶数点形成奇数点，此时可以找到一非检测点(背光板的中心)为对称点，以此为中心点即可形成距离往内缩短或扩大的形式。同时可设定每一量测点之量测面积之大小。

检测点为奇数时（图 19）

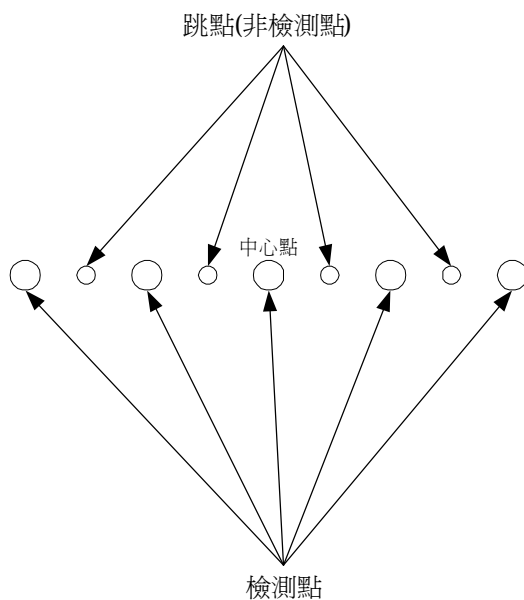


图 19 检测点为奇数时

检测点为偶数时（图 20）

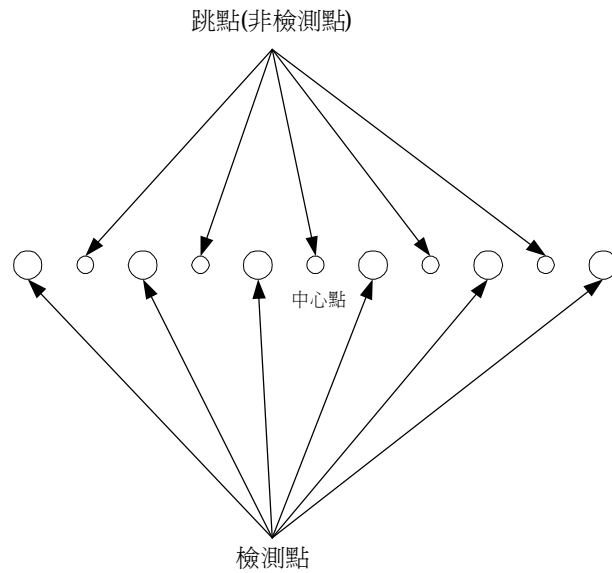


图 20 检测点为偶数时

(E) 完成本项计划之执行成果之 WWW 信息网，成为国内外重要的机器视觉与光电系统之参考网站。

## 2. 预期遭遇之困难及解决途径：

### A. A. 导光板图形设计分析之理论推导和实际配合之问题

本计划预定开发导光板图形设计分析程序，系用于未贴上光扩散板(DIFFUSER)之导光板光场检测(图 21)，此与贴上光扩散板之导光板光场检测(图 22)不同。检测出每一孔洞之 RGB 亮度，并求出其相对亮度差值(图 23-29)，再根据每一孔洞之所在位置，利用本创作之经验法则所建立之修正表将孔洞之深度、形状或直径予以适当修正。另外，将在 AUTOCAD R14 的环境下进行导光板图形设计分析之理论推导和计算机仿真的工作。

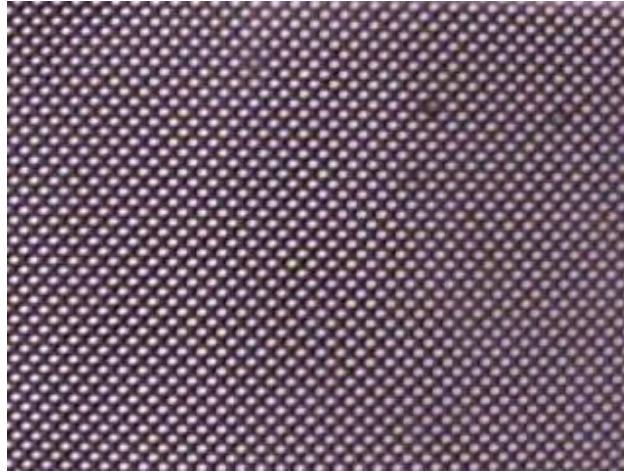


图 21 未贴上光扩散板 (DIFFUSER) 之导光板光场检测

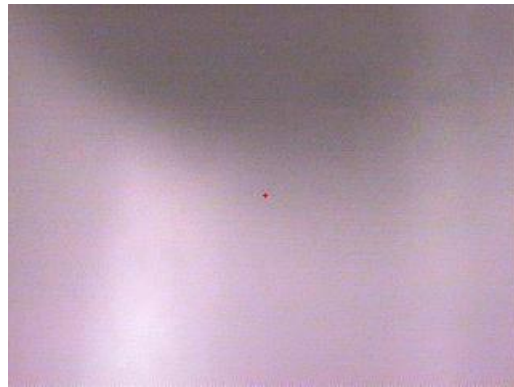


图 22 贴上光扩散板 (DIFFUSER) 之导光板光场检测



图 23 定出最亮部份范围

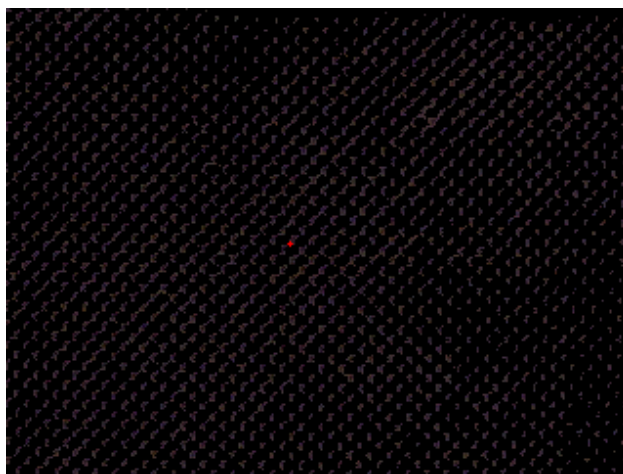


图 24 定出最暗部份范围

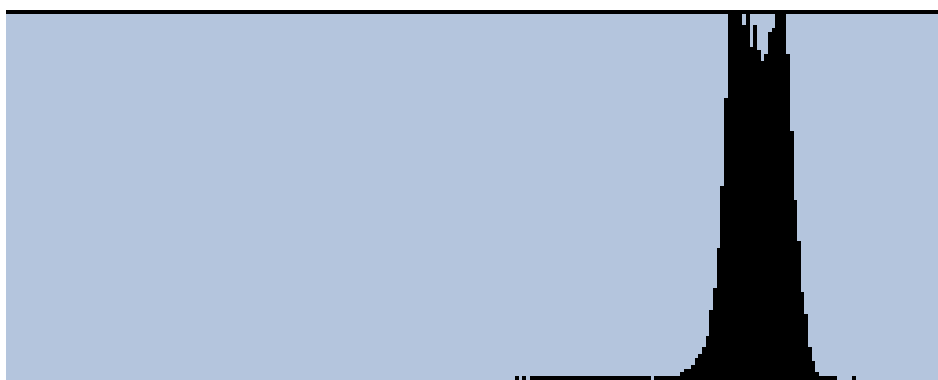


图 25 影像的灰阶亮度统计图

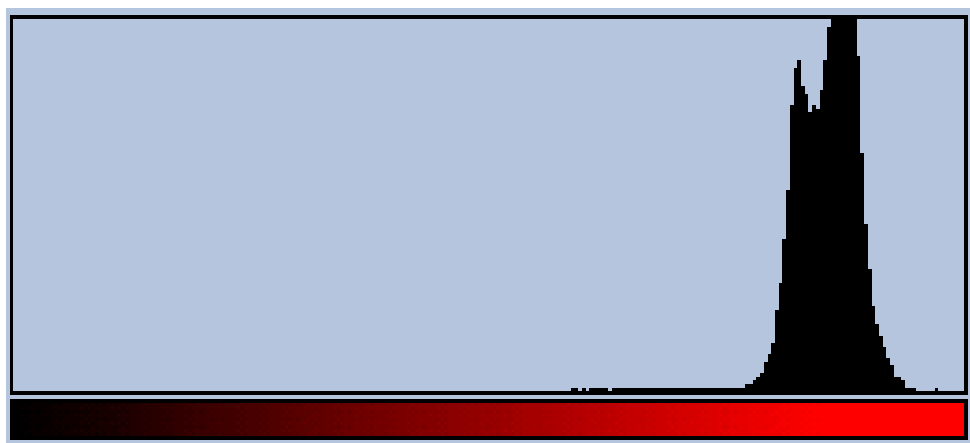


图 26 R 分布图

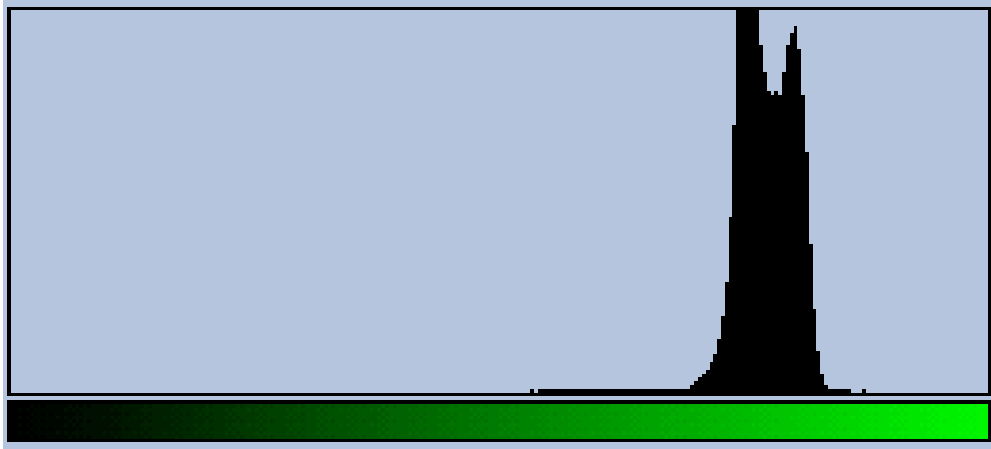


图 26 G 分布图

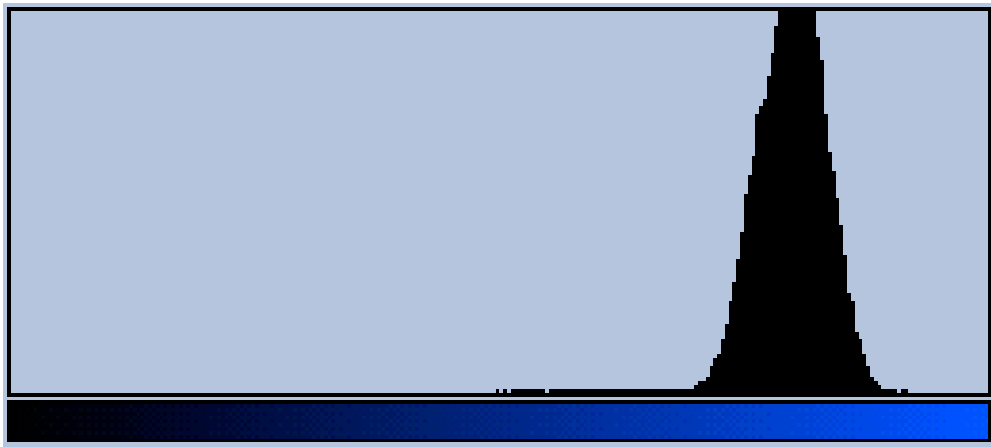


图 28 B 分布图

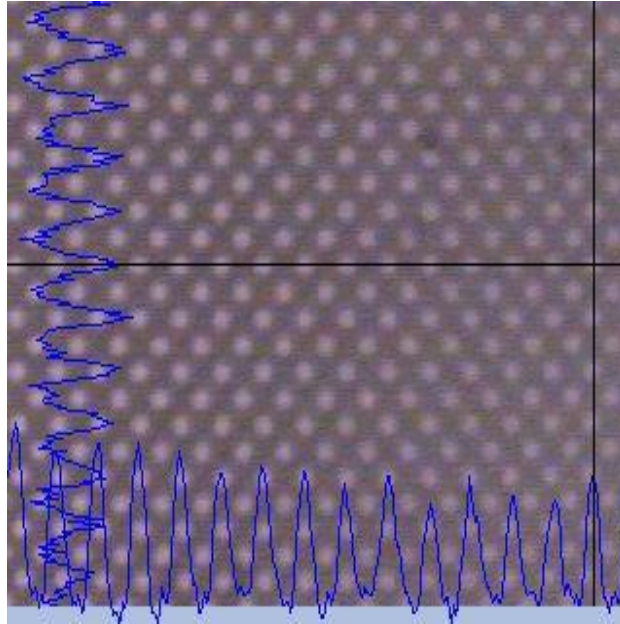


图 29 其相对亮度差值之求出

#### B. B. 在硬件需求复杂与生产线配合方面之问题

在学校之支持方面，本计划主持人林宸生主持自控系机器视觉与光电实验室，因此机器视觉系统之资源，优先提供给本计划使用，另外系上提供计算机及影像处理系统二套，而本计划主持人历年国科会及教育部计划所购之光电设备、与业界合作发展之机器视觉软件亦可提供修改使用，并提供现场测试，希望经过不断修正后可达到实际应用的成果。

由于本计划主持人亦积极与光电产业厂商建立产学合作管道，例如与碧悠电子公司之液晶显示板(LCD)制造工厂合作，获得液晶显示板细微垫片物分析系统之雏形，与正隆企业有限公司之雷射二极管模块制造工厂合作，获得雷射二极管模块特性影像检视系统之雏形，与先进开发公司之雷射二极管封装工厂合作，获得雷射二极管封装精密测试分析系统之雏形，与胜华公司之液晶显示板工厂合作，获得 LCD 背光模块特性量测系统之雏形，这些视觉系统都可在本计划中进一步再利用，而在本计划主持人与机器视觉与光电实验室之努力下，本计划已获得胜华公司之液晶显示板工厂倪瑞铭博士与金属中心机器视觉组吕英诚博士首肯合作，担任本计划协同研究人员。倪瑞铭博士为胜华 LCD 厂研发部经理，负责提供现场测试与合作。吕英诚博士在金属中心推动机器视觉研发的工作，将可与本计划主持人、机器视觉与光电实验室作技术交流，并提供机器视觉与业界合作经验。在他们两位的协助下，相信本计划在硬件需求复杂与生产线配合方面之问题可望获得顺利解决。